

**Express Mail Label No. EV 328767802 US**  
**Date of Dep sit August 19, 2003**

Metal 1304-WCG  
2002 0020 US/A 8076

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicants : Bernd Meyer, et al  
Serial No. : To be assigned  
Filed : Herewith  
For : METHOD AND APPARATUS FOR  
INJECTING GASIFICATION MEDIUM INTO  
PARTICLE-LOADED GASIFICATION  
SPACES  
Art Unit : To be assigned  
Examiner : To be assigned

---

August 19, 2003

MAIL STOP PATENT APPLICATION  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

SIR:

Transmitted herewith is a certified copy of the following application, the  
foreign priority of which has been claimed under 35 USC 119:

| <u>Country</u> | <u>Serial Number</u> | <u>Filing Date</u> |
|----------------|----------------------|--------------------|
| Germany        | 102 42 594.9         | 13 September 2002  |

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 42 594.9

**Anmeldetag:** 13. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum  
Schwarze Pumpe GmbH, Spreetal/DE;  
LURGI Energie und Entsorgung GmbH, Ratingen/DE.

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Einblasen von Vergasungsmittel in partikelbeladene Vergasungsräume

**IPC:** C 10 J, C 10 K

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 25. November 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Weihmayer

Verfahren und Vorrichtung zum Einblasen von Vergasungsmittel in partikelbeladene Vergasungsräume

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einblasen von

- 5 Vergasungsmittel in partikelbeladene Vergasungsräume von Festbett-, Wirbelschicht- oder Flugstromvergasern mit Hilfe von Vergasungsmittel-Düsen.

Vergasungsmittel (VM), das mittels Vergasungsmittel-Düsen (VM-Düsen) in partikelbeladene Vergasungsräume von Festbett-, Wirbelschicht- oder Flugstrom-

- 10 vergasern eingeblasen wird, besteht häufig aus einem Dampf/Sauerstoff-Gemisch (VM-Gemisch). Neben reinen Dampf/Sauerstoff-Gemischen kommen auch andere VM-Gemische zum Einsatz, z.B. durch Zumischung von Luft, CO<sub>2</sub> und anderen zu verwertenden Gase. Die VM-Düsen sind sowohl als außengekühlte als auch als ungekühlte Einstoffdüsen ausgeführt. Aus der Vielzahl der Vergasungsverfahren sei im folgenden das British Gas/Lurgi-Schlackebadvergasungsverfahren (BGL-Vergaser) ausgewählt, an dem der Sachverhalt der Einblasung in seiner Komplexität besonders anschaulich dargestellt werden kann.

- 15 In den BGL-Vergaser wird ein Dampf/Sauerstoff-Gemisch mit einem Mischungsverhältnis von ca. 1kg Dampf/Nm<sup>3</sup> Sauerstoff eingeblasen. Die VM-Düsen sind gegen die Horizontale nach unten geneigt. Der aus den VM-Düsen austretende VM-Strahl ist auf die Oberfläche des Schlackebades im Unterteil des BGL-Vergasers gerichtet. Das VM-Gemisch reagiert im bestimmungsgemäßen Betrieb in unmittelbarer Nähe vor der Düsenmündung mit im Reaktionsraum befindlichen Kokskohlenstoff-Partikeln und anderen oxidierbaren Bestandteilen und setzt durch Verbrennungsreaktionen Wärme frei. In der sich ausbildenden Windform des BGL-Vergasers stellen sich dabei üblicherweise Temperaturen bis über 2000 °C ein. Die Schlacke liegt bei diesen Temperaturen als niedrigviskose Flüssigkeit vor.

- 20 25 30 Der in den Reaktionsraum des BGL-Vergasers hineinragende Düsenkopf ist zur Vermeidung von Schlackeanhaftungen und zum Schutz vor Metalloxidation intensiv gekühlt. Die äusseren Konturen der VM-Düsen sind kompakt und oberflächensparend gestaltet, um Angriffsflächen für Schlacke und den Wärmeeintrag in die VM-Düsen möglichst gering zu halten.

Die VM-Düsen sind als Einstoffdüsen ausgeführt. Damit unter keinen Umständen Schlacke oder kohlenstoffhaltige Bestandteile durch die zylinderförmige Düsenmündung in die VM-Düse eindringen und den Düsenaustritt behindern oder blockieren können, wird das VM mit möglichst hoher Geschwindigkeit aus der

- 5 Düsenmündung ausgeblasen. Die VM-Austrittsgeschwindigkeit liegt bei Nennlast des BGL-Vergasers bei ca. 60 - 180 m/s. Je höher die VM-Austrittsgeschwindigkeit ist, um so größer wird die Gefahr des Rücksaugens von Partikeln in die VM-Düse. Die Düsenöffnungen verlegen sich und blockieren schließlich den VM-Austritt. Gestörte Düsen werden messtechnisch an der geringen Flammenintensität und am Rückgang der VM-Menge zur Düse festgestellt. Weitgehend verlegte oder sogar blockierte, sogenannte „schwarze“ Düsen müssen aus Sicherheitsgründen abgestellt werden. Dies führt zu Leistungseinbußen bis hin zum vorzeitigen Abstellen des BGL-Vergasers. Die Erfahrung zeigt, dass häufig mehrere Düsen gleichzeitig oder kurz nacheinander „schwarz“
- 10 gehen, abgestellt werden müssen und somit innerhalb kurzer Zeit zum Abschalten des BGL-Vergasers zwingen. Um die VM-Düsen zu ertüchtigen, muss der BGL-Vergaser abgekühlt und ausgetragen werden. Das hat lange Ausfallzeiten mit erheblichen Betriebsausfällen und Wartungskosten zur Folge. Im praktischen Betrieb kommt es immer wieder zum Abstellen des BGL-Vergasers infolge des Eindringens von Schlacke und kohlenstoffhaltigem Material in die VM-Düsen, insbesondere bei instabilen Betriebszuständen und bei Wiederanfahrrprozessen.

- 25 Ein wesentliches Sicherheitskriterium für den Betrieb des BGL-Vergasers ist Gewährleistung einer ungestörten, regulären Ausströmung des VM aus den VM-Düsen, die nur durch absolute Sauberkeit der inneren Düsenkontur der VM-Düse in unmittelbarer Nähe des Düsenmundes gewährleistet werden kann. Ungestörter Strahlaustritt geht in der Regel einher mit der ungestörten und gleichmässigen Flammenausbildung vor der Düse. Eine ungestörte, freie Strahlausbildung ist die beste Gewähr, dass der austretende Sauerstoff unmittelbar vor der Düse reagiert, nicht abgelenkt wird und nicht unreagiert in kältere Bereiche des BGL-Vergasers oder an die keramische Ausmauerung gelangt. Hierfür gibt es bisher keine Lösungen.

Als besonders kritisch erweist sich die erhöhte Ausfallhäufigkeit der VM-Düsen bei der Vergasung von heterogenen Abfallstoff-Gemischen im BGL-Vergaser,

- deren Vergasungs- und Schlackeflussverhalten durch besonders starke Un-  
gleichmäßigkeiten gekennzeichnet ist. Als Ursachen sind zu benennen: extrem  
schnell veränderliche Schlackeviskositäten und schnell wechselnde Schlacke-  
badhöhen auf Grund starker Aschegehalts- und -qualitätsschwankungen, sehr  
5 hohe und stark schwankende Temperaturen vor den Düsen infolge des hohen  
und schwankenden VM/Koks-Verhältnisses der in der Regel hochflüchtigen Ab-  
fallstoffe, starke Druckpulsationen in der Windform vor den Düsen.
- Die am Beispiel des BGL-Vergasers geschilderten Probleme der Einblasung von  
VM in partikelbeladene Vergasungsräume bestehen in ähnlicher Art und Weise  
10 auch für andere Vergasungsverfahren, wie z.B. die HTW-  
Wirbelschichtvergasung. Um Abhilfe zu schaffen, werden hier sehr aufwendige  
und die Betriebsflexibilität eingeschränkende Zweistoff-Düsen eingesetzt. Die  
Störanfälligkeit kann ebenfalls nicht in ausreichendem Maße gesenkt werden.
- 15 Aus den Nachteilen des Standes der Technik ergibt sich als Aufgabe der Erfin-  
dung, eine unter allen Betriebszuständen stabile und ununterbrochene Zufüh-  
rung von VM in partikelbeladene Vergaserräume sowie eine ungestörte, gleich-  
mäßige und intensive Flammenausbildung vor den VM-Düsen auch bei Einsatz  
äußerst heterogener Einsatzstoffe zu gewährleisten, die Verlegung von VM-  
20 Düsen, das Abstellen von verlegten VM-Düsen und somit letztendlich das vor-  
zeitige Abstellen des Vergasers zu vermeiden.
- Zur Lösung der Aufgabe wird vorgeschlagen, das VM dem Vergasungsraum  
derart zuzuführen, dass die auf isotherme und isobare Bedingungen bezogene  
25 Strömungsgeschwindigkeit des VM (VM-Iso-Geschwindigkeit) im VM-  
Zuführungsrohr bis kurz vor Austritt des VM aus dem Düsenmund (Zuführungs-  
abschnitt) einen Mindestwert aufweist und dass das VM in dem sich anschlie-  
ßenden, letzten Düsenabschnitt bis unmittelbar zum Austritt des VM aus dem  
Düsenmund (Beschleunigungsabschnitt) stetig beschleunigt und nach dem Dü-  
30 senmund in einem Brennpunkt konzentriert wird und dass in Fällen, in denen  
Flüssigschlackepartikel oder ein Schlackebad im Reaktionsraum vorliegen, im  
letzten Düsenabschnitt, in Strömungsrichtung gegen die Horizontale gesehen,  
der am tiefsten gelegene VM-Stromfaden nach unten geneigt oder höchstens  
horizontal ausgerichtet ist.

Die Einhaltung der Mindest-VM-Iso-Geschwindigkeit im Zuführungsabschnitt kurz vor Austritt des VM aus dem Düsenmund dient dazu, das Innere der VM-Düse unter allen Umständen vor eindringendem Material zu schützen. Üblicherweise sind Mindest-VM-Iso-Geschwindigkeiten bei Teillast von 15 bis 20 m/s einzuhalten.

- Der Erfindung liegt weiterhin die Erkenntnis zugrunde, dass die Beschleunigung der VM-Strömung im Beschleunigungsabschnitt selbst unter rauen und unruhigen Betriebsbedingungen ein vollständiges und sicheres Vermeiden von Störstoffeintrag in die VM-Düse bis hin zu höchsten VM-Iso-
- 10 Austrittsgeschwindigkeiten erlaubt. Die Strömung legt sich besonders dicht an die Innenkontur des Beschleunigungsabschnitts bis unmittelbar zum Austritt des VM aus der VM-Düse am Düsenmund an, so dass kein Material an die innere Düsenwandung gelangen kann, selbst wenn die Düse in das Schlackebad eintaucht. Die VM-Iso-Geschwindigkeit wird im Beschleunigungsabschnitt um 20 bis 200 %, vorzugsweise um 50 – 100 %, erhöht, wobei die Beschleunigungs-  
15 länge das 0,5- bis 3-fache des Durchmessers des Zuführungsabschnittes beträgt. Die erfindungsgemäße Beschleunigung der VM-Iso-Geschwindigkeit bewirkt, dass die VM-Düsen unter allen Betriebszuständen vor Feststoffeintrag und damit vor Verlegung oder Blockierung geschützt sind.
- 20 Durch die Beschleunigung des VM im Beschleunigungsabschnitt unmittelbar bis zum Düsenmund kann eine Fokussierung des VM-Strahls in einem Strahlfocus (Focus) einige Millimeter vor dem Düsenmund und damit einen geringer Unterdruck gegenüber dem am Düsenmund herrschenden erreicht werden. Der Konuswinkel des Beschleunigungsabschnittes wird aus diesem Grunde vorzugs-  
25 weise im Bereich von 5 bis 20 ° festgelegt. Von außen an den Düsenmund gelangende Schlacke und kohlenstoffhaltige Bestandteile werden vom Düsenmund weg in den Focus und von diesem weiter mit dem VM-Strahl in das Innere des Vergasungsraumes bewegt. Der Bildung äußerer Ansätze am Düsenmund wird dadurch wirkungsvoll begegnet. Durch die Erhöhung der VM-
- 30 Austrittsgeschwindigkeit, des Unterdruckes vor der VM-Düse und die Verlängerung des Unterdruckbereiches wird der Kohlenstoff-Eintrag in den VM-Strahl und damit der Kohlenstoffumsatz vor den VM-Düsen erhöht.

Die Einschnürung der VM-Düse im Beschleunigungsabschnitt ist im Falle des Vorliegens von Flüssigschlacke oder eines Schlackebades im Vergasungsraum

außerdem dadurch begrenzt, dass, in Strömungsrichtung gegen die Horizontale gesehen, der am tiefsten gelegene VM-Stromfaden 0 bis 30°, vorzugsweise 5 bis 15 °, gegen die Horizontale nach unten geneigt oder höchstens horizontal ausgerichtet ist. Diese Winkelbegrenzung gewährleistet erfindungsgemäß, dass sich bei Eintauchen der VM-Düse in das Schlackebad keine Schlacke im Düseninneren anhaften kann. Außerdem kann sich keinerlei Material in der VM-Düse auch während Stillstandszeiten ablagern.

Die Erfindung wirkt sich grundlegend vorteilhaft für die Vergasung schwieriger Vergasungsstoffe aus, wie nachfolgend am Beispiel des BGL-Vergasers dargestellt wird. Die VM-Düsen bleiben erstmals im Dauerbetrieb verlegungsfrei. Niedrige bis hohe VM-Durchsätze werden problemlos beherrscht. Die zeitliche Betriebsverfügbarkeit und die Leistung des BGL-Vergasers sind nicht mehr durch Verlegungsprobleme der VM-Düsen eingeschränkt. An- und Abfahrvorgänge werden selbst bei komplizierten Betriebsituationen beherrscht. Die Erhöhung der VM-Austrittsgeschwindigkeit und die Strahlfokussierung führen zu einer Vergleichmäßigung der Vergasungsvorgänge in der Windform und zu einer höheren Sicherheit bezüglich der ungestörten und gleichmäßigen Flammenausbildung vor der Düse. Gefährliche Strahlumlenkungen, das Vordringen von unreagiertem VM in kältere Bereiche bis hin zu Mauerwerksschädigungen oder anderen unkontrollierten Reaktionen werden vermieden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es beschreibt die Zuführung von VM in einen großtechnischen BGL-Vergaser zur Vergasung von extrem heterogenen Abfallstoffen. Das dem BGL-Vergaser über insgesamt 6 VM-Düsen zugeführte VM-Gemisch besteht aus 6.000 Nm<sup>3</sup>/h Sauerstoff und 5.700 kg/h Dampf. Die VM-Düsen sind als Einstoffdüsen mit kreisförmigem Düsenquerschnitt ausgebildet. Die Figur zeigt in schematischer Darstellung den Schnitt durch das vordere Ende der VM-Düse 1. Der das VM-Zuführungsrohr 2 umhüllende Kühlmantel ist der Einfachheit halber nicht mit dargestellt. Dem VM-Zuführungsrohr 2 wird VM-Gemisch 3 mit einer Temperatur von 260 °C zugeführt. Im Gasraum der Windform 4 herrschen ein Druck von 25 bar(a) und eine mittlere Temperatur von 2.100 °C. Die innere Düsenkontur besteht in der erfindungsgemäßen Weise aus zwei Abschnitten, dem zylinderförmig ausgeführten Zuführungsabschnitt 5 und dem sich konisch zum

Düsenmund 6 hin verjüngenden Beschleunigungsabschnitt 7, der als eingeschweißte Hülse ausgeführt ist. Der Ort, an dem der Beschleunigungsabschnitt 7 beginnt, wird als Übergang 9 bezeichnet. Der Übergang 9 stellt eine sprunghafte Verringerung des Durchmessers von 25 auf 24 mm dar. Das VM-Gemisch 5 3 strömt mit einer VM-Iso-Geschwindigkeit von 104 m/s (300 °C, 25 bar(a)) durch den Zuführungsabschnitt 6. Ab dem Übergang 9 wird die VM-Iso-Geschwindigkeit im Beschleunigungsabschnitt 7 bis zum Austritt aus den Düsenmund 6, der einen Durchmesser von 19 mm aufweist, kontinuierlich beschleunigt. Der VM-Strahl 10 tritt mit einer VM-Iso-Geschwindigkeit von 179 10 m/s aus dem Düsenmund 6 aus. Die Länge des Beschleunigungsabschnittes beträgt 23,8 mm, der Konuswinkel ist damit mit 6 ° definiert. Vor dem Düsenmund 6 setzt sich die Beschleunigung des VM-Strahls 10 noch über eine Distanz von wenigen Millimetern fort und erreicht im Focus 11 die maximale VM-Iso-Geschwindigkeit und den geringsten statischen Druck.

15 Die Achse der VM-Düse 1 ist mit 20° nach unten gegen die Horizontale 12 geneigt. Der am tiefsten gelegene VM-Stromfaden 13 weist eine Abwärtseigung gegen die Horizontale 12 von 14° auf.

Mit Realisierung der vorstehend beschriebenen Düsenausführung in der großtechnischen Vergasungsanlage wurde die Aufgabe der Erfindung in der Praxis 20 gelöst. Es wurden die erfindungsgemäßen Vorteile gegenüber dem Stand der Technik in allen genannten Punkten erzielt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Einblasen von VM in partikelbeladene Vergasungsräume von Festbett-, Wirbelschicht- oder Flugstromvergasern mittels VM-Düsen, die als Einstoffdüsen ausgeführt sind, dadurch gekennzeichnet,
  - dass die VM-Iso-Geschwindigkeit in der VM-Düse (1) im Zuführungsabschnitt (5) einen Mindestwert nicht unterschreitet und
  - dass in dem sich anschließenden Beschleunigungsabschnitt (7) das VM stetig beschleunigt und nach Austritt aus dem Düsenmund (6) im Focus (11) konzentriert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle des Vorliegens von Flüssigschlackepartikeln oder eines Schlackebades im Vergasungsraum im Beschleunigungsabschnitt (7), in Strömungsrichtung gegen die Horizontale (12) gesehen, der am tiefsten gelegene VM-Stromfaden (13) nach unten geneigt oder höchstens horizontal ausgerichtet ist.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Zuführungsabschnitt (5) eine Mindest-VM-Iso-Geschwindigkeit von 15 bis 20 m/s eingestellt wird.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die VM-Iso-Geschwindigkeit im Beschleunigungsabschnitt (7) stetig um 20 bis 200 %, vorzugsweise um 50 bis 100 % erhöht wird.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der am tiefsten gelegene VM-Stromfaden (13) 0 bis 30°, vorzugsweise 5 bis 10 °, gegen die Horizontale (12) nach unten geneigt ist.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die VM-Düse (1) aus einem rohrförmigen Zuführungsrohr (2) mit einem Zuführungsabschnitt (5) besteht, der in einen konischen Beschleunigungsabschnitt (7) übergeht, wobei die Länge des Beschleunigungsabschnitts (7) das 0,5- bis 3-fache des Innendurchmessers des Zuführungsabschnittes (5) beträgt.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser am Beginn des Beschleunigungsabschnitts (7) kleiner oder gleich dem Durchmesser des Zuführungsabschnittes (5) ist.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Konuswinkel des Beschleunigungsabschnitts (7) im Bereich zwischen 5 und 20 ° festgelegt wird.

## Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zum Einblasen von Vergasungsmittel in partikelbeladene Vergasungsräume

5

Die Erfindung bezieht sich auf das Einblasen von Vergasungsmittel in partikelbeladene Vergasungsräume von Festbett-, Wirbelschicht- oder Flugstromvergasern mittels Vergasungsmitteldüsen. Aufgabe der Erfindung ist es, eine unter allen Betriebszuständen stabile und ununterbrochene Vergasungsmittelzufuhr in 10 partikelbeladene Vergasungsräume zu gewährleisten bei gleichzeitiger ungehörter, gleichmäßiger und intensiver Flammenausbildung. Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass die Vergasungsmittel-Iso-Geschwindigkeit in der Vergasungsmitteldüse im Zuführungsabschnitt einen Mindestwert nicht unterschreitet und dass das Vergasungsmittel im anschließenden Beschleunigungsabschnitt stetig beschleunigt und nach dem Austritt aus dem Düsenmund in einem Focus konzentriert wird. Die Vorrichtung beschreibt den entsprechenden Aufbau der Düse.

15

## Bezugszeichenverzeichnis

- 1 Vergasungsmitteldüse
- 2 Vergasungsmittelzuführungsrohr
- 5 3 Vergasungsmittelgemisch
- 4 Gasraum
- 5 Zuführungsabschnitt
- 6 Düsenmund
- 7 Beschleunigungsabschnitt
- 10 9 Übergang
- 10 10 Vergasungsmittelstrahl
- 11 Focus
- 12 Horizontale
- 13 Vergasungsmittelstromfaden

